

## Combustíveis alternativos e inovações no setor automotivo: será o fim da "era do petróleo"?

Marcelo Goldenstein  
Rodrigo Luiz Sias de Azevedo

<http://www.bndes.gov.br/bibliotecadigital>

# COMBUSTÍVEIS ALTERNATIVOS E INOVAÇÕES NO SETOR AUTOMOTIVO: SERÁ O FIM DA “ERA DO PETRÓLEO”?

**Marcelo Goldenstein**  
**Rodrigo Luiz Sias de Azevedo\***

---

*\* Respectivamente, gerente e estagiário do Departamento de Indústria Pesada da Área Industrial do BNDES.*

COMPLEXO AUTOMOTIVO

## **Resumo**

**O** petróleo é a fonte energética primária dominante no mundo. A gasolina e o diesel são os combustíveis da grande maioria dos veículos automotores existentes. Mas até quando irá durar essa situação? Em vista do aquecimento global e do efeito estufa, o petróleo será substituído por outro combustível? Qual o potencial das novas tecnologias que estão sendo desenvolvidas pela indústria automobilística? Quais as perspectivas de utilização do gás natural, álcool e biodiesel? Como funcionam os carros híbridos elétricos? Quando serão viáveis economicamente os carros movidos a células de combustível? Como o Brasil deve se posicionar perante esse quadro de mudanças?

*Este artigo pretende travar uma discussão inicial acerca dessas questões, apresentando uma perspectiva histórica da utilização do petróleo e procurando explorar alguns aspectos referentes à crescente utilização de combustíveis alternativos que se afigura nas próximas décadas, nas quais a questão ecológica e o aumento no preço do petróleo passam a ser temas cada vez mais cruciais.*

*Trataremos também das diversas tecnologias desenvolvidas pelo setor automotivo e do papel que pode ser desempenhado pelo BNDES no fomento dessas novas tecnologias no Brasil, bem como no financiamento das novas fontes renováveis de combustíveis.*

Os derivados do petróleo foram os principais combustíveis utilizados nos veículos automotores no decorrer de todo o século XX. No entanto, outros combustíveis e tecnologias vêm sendo estudados, e a tendência é que o petróleo perca, progressivamente, sua prevalência, sendo substituído por outras fontes energéticas existentes ou ainda não viabilizadas. Tudo indica que as próximas décadas marquem o fim da era dos combustíveis fósseis. E, ao contrário das perspectivas do século passado, esse evento não decorrerá da exaustão das reservas, mas da própria dinâmica econômica capitalista e das crescentes limitações ambientais.

Há algumas décadas, a indústria vem atuando no sentido de reduzir as emissões de gases pelos veículos, visando atender as crescentes exigências ambientais. E tem sido eficiente nesse propósito. Entretanto, os compromissos assumidos pelos países signatários do Protocolo de Quioto, que entrou em vigor em 2005, vêm estimulando a indústria a rever conceitos primordiais dos veículos, sobretudo no que se refere à utilização de combustíveis alternativos.

O Protocolo é resultado direto de três décadas de conscientização ambiental e de uma agenda de negociações internacionais (Anexo I) que resultaram em um compromisso formal dos países signatários em reduzir suas emissões dos chamados **gases de efeito estufa**.

O efeito estufa ocorre por causa do acúmulo de gases na atmosfera, sobretudo o dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), que retêm a radiação infravermelha do sol e não permitem que o calor que incide sobre a Terra seja integralmente refletido de volta ao espaço. Graças ao efeito estufa, a temperatura na superfície da Terra manteve-se estável e propícia à vida por milhões de anos. Entretanto, nos últimos cem anos, a dinâmica econômica mundial ampliou exponencialmente o lançamento de gases na atmosfera.

Apesar de os cientistas não conseguirem comprovar um nexo de causalidade direta entre o aquecimento global e o aumento do efeito estufa, há fortes indícios de que isso se deveu às ações do homem. O fato de a temperatura estar em elevação, com previsão de aumento de  $2^\circ\text{C}$  a  $6^\circ\text{C}$  nos próximos 100 anos, obriga as nações a tomar medidas drásticas para reduzir suas emissões de gases. Os impactos causados por um aquecimento dessa magnitude, com derretimento das calotas polares, inundações de cidades litorâneas e furacões, são de proporções incalculáveis.<sup>1</sup>

## Os Combustíveis Fósseis e o Efeito Estufa

<sup>1</sup>As perdas ocasionadas, em 2005, por desastres naturais relacionados ao clima, como furacões e tempestades tropicais, chegaram a US\$ 200 bilhões, segundo estudo da Fundação Re de Munique.

O compromisso dos países signatários do Protocolo, nessa primeira etapa, é diminuir em 5% o nível de emissões de seis gases causadores do efeito estufa entre os anos de 2008 e 2012 (tendo como base o ano de 1990) e incentivar a utilização de combustíveis alternativos provenientes de fontes renováveis.

O processo de combustão dos derivados de petróleo efetuado pelos motores veiculares resulta no lançamento de gás carbônico para a atmosfera. Em resumo, retira-se uma grande quantidade de compostos de carbono estocada no subsolo, lançando-os para a atmosfera, num processo inverso àquele que o ecossistema do planeta levou cerca de cinco milhões de anos para constituir.

Se a combustão for de um elemento não-fóssil, como por exemplo o álcool, também será emitido gás carbônico para a atmosfera. Entretanto, não será promovido desequilíbrio no ecossistema, já que o gás carbônico emitido será contrabalançado por aquele consumido pela cana-de-açúcar em seu crescimento. A combustão do álcool, portanto, não contribui para o aumento do efeito estufa.

O setor de transporte é, atualmente, um dos principais responsáveis pelo lançamento de gases na atmosfera, respondendo por cerca de 26% do total das emissões de gases,<sup>2</sup> o que tem levado a indústria automobilística a promover grandes investimentos na pesquisa por alternativas à utilização dos derivados de petróleo.

No presente artigo, procuramos apresentar uma perspectiva histórica da utilização do petróleo pela indústria automotiva e apresentar um breve relato sobre as possibilidades de utilização de outros combustíveis, suas especificidades técnicas, a viabilidade econômica das soluções existentes e os cenários mais prováveis que, atualmente, se vislumbram.

Nesse contexto, o Brasil destaca-se como o único país com a experiência histórica maciça de utilização de combustível renovável (Programa Nacional do Álcool – Proálcool). Deve-se ressaltar o papel de excelência da engenharia nacional nesse processo, primeiro durante o Proálcool, quando os motores adaptados ajudaram a economizar divisas essenciais para a superação da crise da dívida externa, e, mais recentemente, com o desenvolvimento dos motores flexíveis.

O desenvolvimento dos carros com “combustível flexível” coloca o Brasil em posição de protagonista no cenário mundial. Estima-se que, em poucos anos, o combustível renovável poderá ser, novamente, preponderante em nossa frota de veículos de passeio.

<sup>2</sup>Dados estimados pela Comissão da Política Regional, dos Transportes e do Turismo do Parlamento Europeu. De acordo com o parecer dessa Comissão, os demais setores responsáveis pelas emissões de gases de efeito de estufa seriam os de abastecimento de energia (35%), da indústria (17%), doméstico/terciário (22%).

A produção de veículos automotores marcou definitivamente a história do século XX. Henry Ford inaugurou a fase moderna da industrialização ao instituir a linha de montagem, com a simplificação do conteúdo do trabalho via compartimentação de tarefas, padronização dos procedimentos e dos componentes fabricados. Foi o início da chamada **produção em massa**.

Com a abissal redução nos custos de fabricação, os automóveis, antes considerados artigos de luxo, passaram a ser acessíveis para grande parte da população. Ao mesmo tempo em que os preços baixavam, os aumentos de produtividade levavam os trabalhadores a aumentar seus ganhos, adquirindo novos produtos. A indústria automotiva foi a mola mestra para a chamada **era de produção e consumo em massa**, que caracterizou o desenvolvimento das economias no século passado.

O *boom* da indústria automobilística desencadeou a utilização do petróleo e seus derivados, como combustíveis tanto para os veículos quanto para os equipamentos industriais. Em curto período de tempo, o petróleo assumiu uma posição dominante na matriz energética, em substituição ao carvão mineral.<sup>3</sup>

A era do automóvel já chegara há muito à América do Norte. Depois da guerra, atingiu o Japão, a Europa,<sup>4</sup> e mais tarde, menos intensamente, o mundo socialista e as classes médias latino-americanas.

O Plano Marshall e a ajuda financeira norte-americana aos países destruídos pela Segunda Guerra Mundial (Europa Ocidental e Japão) trouxeram consigo o apoio técnico e gerencial, espalhando a mentalidade empresarial norte-americana da produção e do consumo de massa por todos os países capitalistas avançados.

Multiplicou-se a capacidade produtiva mundial, tornando possível uma divisão de trabalho internacional muito mais elaborada e sofisticada. É nesse período que surgem ou se consolidam as empresas transnacionais, dando início à globalização econômica.

O modelo de produção em massa de Henry Ford espalhou-se para as indústrias da Europa, Japão e América Latina. Nos EUA, o princípio fordista ampliava-se para todos os tipos de produção, da construção de habitações ao *fast food*. Bens e serviços antes restritos a minorias eram agora produzidos para um mercado de massa.

Com isso, a economia passou a crescer a uma taxa explosiva. A produção mundial de manufaturas quadruplicou entre o início da década de 1950 e o início da década de 1970, e o comércio

## A Produção de Automóveis e o Petróleo: Uma Perspectiva Histórica

### A Era de Produção e Consumo de Massa

### Os “Anos Dourados” do Capitalismo

<sup>3</sup>Como discutido por Costa, R.C. e Prates, C.P. in BNDES Setorial 21, mar. 2005.

<sup>4</sup>Citemos o exemplo italiano: a frota nacional de carros particulares na Itália passou de 750 mil em 1940 para 15 milhões em 1974, segundo dados do UN Statistical Yearbook de 1982.

mundial de produtos manufaturados aumentou em dez vezes. A produção de grãos por hectare quase duplicou entre 1952 e 1978.

Naquele momento, pouco se discutia a variável ambiental, tratando-se os recursos naturais como inesgotáveis. Um antigo lema dos homens de negócios do século XIX, “onde tem lama, tem grana”,<sup>5</sup> ainda era convincente. Em poucas décadas, as potências industriais destruíram seus estoques florestais. As fábricas exalavam gases poluentes na atmosfera. Os resíduos líquidos eram despejados nos rios, sem nenhum tratamento. E os derivados do petróleo eram utilizados amplamente nos motores dos veículos.<sup>6</sup>

<sup>5</sup>Ou seja, poluição quer dizer dinheiro.

<sup>6</sup>As emissões de dióxido de carbono triplicaram entre 1950 e 1973.

## A Geopolítica e os Choques do Petróleo

A partir dos anos 1970, o modelo de desenvolvimento poluente e baseado no petróleo começou a ser questionado. Em pouco mais de sessenta anos de utilização em larga escala, as projeções já apontavam para o risco de esgotamento das reservas internacionais, o que contribuiu para a forte elevação de suas cotações.

Até então, os preços dos derivados de petróleo eram ditados pelas chamadas “Sete Irmãs”.<sup>7</sup> Por causa do poder dessas empresas, o preço do barril manteve-se artificialmente mais baixo,<sup>8</sup> blindado contra a influência dos aumentos sucessivos de consumo por parte das economias avançadas.

Além disso, o Oriente Médio, principal produtor e exportador de petróleo, passava por um período de grande turbulência política. Os países árabes perceberam que a posse física de petróleo e gás lhes dava o domínio das negociações com as empresas estrangeiras. Com a criação da Opep,<sup>9</sup> exigiram maior participação nas decisões sobre os preços do barril e passaram a usar o petróleo como arma de pressão política contra Israel e seus aliados ocidentais.

Em 1973, eclodiu a Guerra do Yom Kippur, que elevou as tensões no Oriente Médio. Naquele contexto, a Opep decretou um aumento unilateral de 300% nos preços do petróleo, o que provocou uma crise econômica mundial e interrompeu o longo período de grande crescimento econômico que se mantinha desde o fim da guerra.<sup>10</sup> Os países industrializados encerraram o ano de 1974 com um déficit de cerca de US\$ 11 bilhões e os subdesenvolvidos, com um de quase US\$ 40 bilhões. A produção industrial sofreu uma redução de 10% em um ano nas economias desenvolvidas, e o comércio mundial, de 13%.

Depois de um breve período de acomodação aos novos preços em virtude da alta da inflação nos países ocidentais, um novo choque se fez sentir, com a revolução islâmica de 1979, liderada pelo Aiatolá Khomeini, no Irã. O início da guerra Irã-Iraque, em

<sup>7</sup>Um cartel formado pelas mais poderosas companhias petrolíferas mundiais: cinco norte-americanas (Exxon, Chevron, Gulf, agora parte da Chevron; Mobil e Texaco), uma britânica (British Petroleum) e uma anglo-holandesa (Royal Dutch-Shell).

<sup>8</sup>Entre 1950 e 1973, o preço do barril de petróleo custava em média menos de US\$ 2, preço artificialmente baixo dado o crescimento da demanda.

<sup>9</sup>A Organização dos Países Exportadores de Petróleo (Opep) foi fundada em 1961 por Arábia Saudita, Iraque, Kuwait e Venezuela e mais tarde ampliada com o ingresso da Argélia e da Líbia.

<sup>10</sup>Estatísticas de Angus Maddison dão conta de que no período 1870-1913 o PIB per capita mundial cresceu 1,5% ao ano, devido à introdução da produção em massa e do “fordismo”; em 1913-1950, o PIB per capita cresceu cerca de 0,9%, em decorrência das duas guerras mundiais; no período de 1950-1973, cresceu 2,9%, mesmo com a explosão demográfica de então. Entre 1973 e 1999, com

setembro de 1980,<sup>11</sup> fez o preço do petróleo explodir. A produção iraniana de petróleo foi gravemente afetada, não conseguindo atender nem mesmo às necessidades do próprio país. Este, que era o segundo maior exportador da Opep, atrás apenas da Arábia Saudita, ficou praticamente fora do mercado. O preço do barril de petróleo, então, atingiu níveis recordes e agravou a recessão econômica mundial no início da década de 1980.

Com os choques do petróleo, a turbulência política e a recessão mundial, diversas medidas foram tomadas de forma a reduzir a dependência daquela fonte energética. Vários países formularam políticas de estado visando diversificar suas matrizes energéticas, com destaque para a energia nuclear.

A indústria automotiva viveu momentos de forte inovação. Protótipos de carros “futuristas”, movidos a energia elétrica, energia solar ou outras fontes mais promissoras, como o hidrogênio, passaram a ser pesquisados, discutindo-se a viabilidade de sua comercialização como alternativa aos veículos movidos a gasolina, então com preços ascendentes. Nos EUA, começava-se a utilizar o álcool feito de milho para mistura com a gasolina.

A partir da década de 1980, os carros japoneses, mais econômicos, conquistaram mercado tanto nos EUA como na Europa, levando dificuldades às montadoras tradicionais, que procuraram diminuir seus custos fechando unidades improdutivas e reduzindo os seus quadros.

No Brasil, foi implementado o Programa Nacional do Álcool (Proálcool), que demonstrou a viabilidade técnica de utilização em larga escala de um combustível renovável, em substituição ao combustível fóssil.

Após os choques, a indústria do petróleo promoveu seguidas inovações tecnológicas que permitiram a ampliação das reservas, a melhoria dos processos de extração, a viabilização de poços antes inexplorados, a abertura de poços de petróleo *off-shore* e o aumento da eficiência dos processos em geral.<sup>12</sup>

Tais inovações ampliaram a oferta de petróleo, e a diversificação da matriz energética mundial levou à redução do consumo. Com isso, após o pico de 1980-1981, o preço do barril de petróleo mostrou clara tendência a queda, como mostra o gráfico a seguir. A partir de 1986, e durante toda a década de 1990, as cotações do petróleo mantiveram-se em patamares reduzidos, o que tornou inviável economicamente a manutenção de programas de substituição de combustíveis fósseis, como o Proálcool.

(continuação)

*as oscilações do preço do petróleo, o PIB per capita cresceu cerca de 1,1%. O alto nível de crescimento entre 1950-1973 só parece encontrar performance similar na história a partir de 2002, puxado pelo crescimento extraordinário da economia chinesa.*

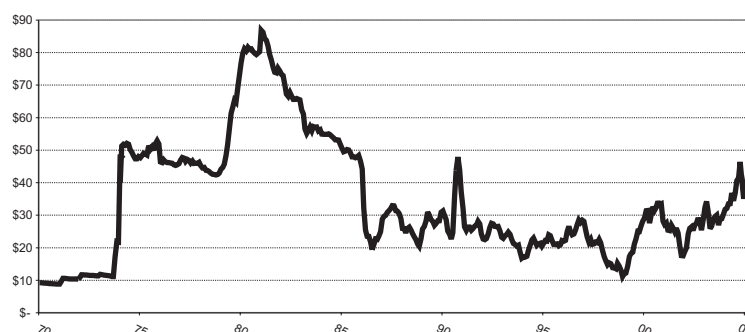
<sup>11</sup>*Iniciada com a invasão pelo Iraque do canal Chatt el Arab, saída dos rios Tigres e Eufrates controlada pelo Irã, a guerra Irã-Iraque duraria até meados de 1988, com um saldo de 1 milhão de mortos.*

## O Petróleo Volta a Ficar Barato

<sup>12</sup>*Op cit. Costa, R.C. e Prates, C.P. in BNDES Setorial 21, mar. 2005.*



**Gráfico 1**  
**Cotação do Barril de Petróleo: 1970-2005**  
 (Preços em dólares constantes de 2005)



Fonte: Energy Information Administration.

Assim, o temido esgotamento das reservas não se concretizou no século XX, e a gasolina e o óleo *diesel* alongaram seu papel dominante como combustíveis para a indústria automobilística.

## Século XXI: Novas Possibilidades para os Combustíveis Alternativos e Reestruturação do Setor Automotivo

Da década de 1970 até o final do século XX, o preço do petróleo foi fortemente influenciado por tensões geopolíticas nas principais áreas exportadoras líquidas. No entanto, as causas do aumento do preço da *commodity* eram circunstanciais, recuando quando as tensões se dissipavam. Desta forma, os carros “futuristas”, movidos a outras energias, não se mostraram viáveis economicamente e não foram produzidos comercialmente no século passado.<sup>13</sup>

No início do século XXI, verifica-se um novo ciclo de aumentos de preços, com causas que parecem de ordem estrutural, e não circunstancial. Diversos fatores exercem pressão sobre o preço do barril, que levam a crer na manutenção do preço do petróleo em altos patamares: o explosivo crescimento econômico asiático (e a demanda por petróleo resultante desse crescimento); as novas estimativas das reservas mundiais; o terrorismo e o estado permanente de tensão entre o mundo ocidental e os países árabes; e a manutenção do alto consumo nos países ocidentais.

Em 2005, o preço do barril atingiu o mesmo patamar do praticado durante o primeiro choque do petróleo, de 1973/1974. Vale ressaltar que os efeitos sobre a economia mundial não têm sido recessivos, como na década de 1970. Pelo contrário, a alta cotação de petróleo teve efeito positivo sobre a economia mundial nos últimos anos, com os petrodólares dinamizando o comércio internacional, sobretudo nos países da Ásia.

<sup>13</sup>Exceção feita à utilização do álcool no Brasil, que será discutida posteriormente.

O setor automotivo, no entanto, vem atravessando uma nova reestruturação, tanto em sua estrutura de concorrência quanto no desenvolvimento tecnológico e na engenharia do produto.

Com a tendência de elevação dos preços do petróleo, a tradição da indústria norte-americana de carros de alta potência e a despreocupação com o consumo passam a ser postas em xeque. As montadoras japonesas, de tradição oposta à norte-americana, vão ganhando mercado com seus carros mais econômicos. As montadoras norte-americanas, que durante a década de 1990 tinham recuperado suas margens de lucro em virtude do aumento da venda de utilitários de alta cilindrada, passam por graves dificuldades financeiras, com perda de participação de mercado, num cenário que lembra o início da década de 1980, quando elas tiveram de se reestruturar.

A General Motors e a Ford, as duas maiores produtoras de automóveis do mundo por muitas décadas, atravessam fortes crises financeiras.

Ambas enfrentam processos de reestruturação, com previsão de fechamento de fábricas e demissão de cerca de 30 mil funcionários em cada uma. As montadoras européias também passam por dificuldades que levaram a uma forte onda de fusões e aquisições nos últimos anos. Enquanto isso, as estimativas indicam que a Toyota caminha para se tornar líder mundial na produção de veículos. Carros coreanos vêm ganhando participação de mercado nos Estados Unidos (EUA), e aguarda-se para os próximos anos a chegada dos carros chineses.

As montadoras asiáticas, com suas inovações, acirraram a disputa por mercado em escala global e foram pioneiras nas pesquisas de carros com baixo consumo de combustível, sendo também as primeiras a comercializar em larga escala um veículo híbrido elétrico,<sup>14</sup> que viabiliza um consumo de aproximadamente 25 km por litro de gasolina, atendendo às necessidades de redução das emissões de gases e também possibilitando uma redução dos custos com combustíveis.

<sup>14</sup>Trata-se do modelo Prius, lançado pela Toyota em 1997 nos mercados de Japão, Europa e Estados Unidos. Seu modo de funcionamento será descrito na próxima seção.

Com a assinatura do Protocolo de Quioto, a alta nos preços do petróleo e a reestruturação do padrão de concorrência do setor automotivo, as inovações (sobretudo no que diz respeito à introdução de fontes alternativas de energia) passam a ser a prioridade estratégica das empresas para a manutenção de suas posições de mercado.

**O**s veículos automotores emitem gases que podem ser classificados em duas categorias: os inertes (inofensivos à saúde e ao ambiente) e os poluentes ou tóxicos. Atualmente, os gases inertes representam cerca de 99% das emissões, enquanto os gases tóxicos, menos de 1%. A Tabela a seguir mostra os percentuais dos principais gases emitidos por um veículo movido a gasolina:

## As Inovações da Indústria Automotiva

Tabela

**Composição Química dos Gases Emitidos**

<b>GASES INERTES</b>	<b>99%</b>
Nitrogênio (N <sub>2</sub> )	71,7%
Vapor de água (H <sub>2</sub> O)	9,2%
Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )	18,1%
Outros gases inertes (O <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> etc.)	<0,1%
<b>GASES POLUENTES</b>	<b>&lt;1%</b>
Monóxido de carbono (CO)	<0,70%
Óxidos de nitrogênio (NOX)	<0,25%
Hidrocarbonetos (HC)	<0,05%
Aldeídos (RHO), vapores de combustível (HC, ROH etc.) e outros (H <sub>2</sub> S, SOX, RCN, VOC etc.)	<0,01%

Fonte: Henry Joseph Jr. (Anfavea).

A indústria automotiva tem modernizado continuamente a tecnologia dos motores, buscando uma queima mais eficiente dos combustíveis e uma redução da emissão de gases, visando atender às crescentes exigências ambientais.

Nos motores a gasolina, as principais inovações da última década foram a utilização dos sistemas de injeção eletrônica de combustível, em substituição aos carburadores, e a introdução dos filtros catalisadores. Com a injeção eletrônica, torna-se possível dosar a mistura ar-combustível, ponto a ponto, em todos os regimes de trabalho do motor, reduzindo o consumo e maximizando a potência do motor. Já o catalisador consegue transformar a maior parte dos gases tóxicos produzidos pelo motor em gases inertes.

Com a larga utilização dessas duas tecnologias, foi possível reduzir a emissão de gases tóxicos em cerca de 90%, o que contribuiu para a significativa melhoria na qualidade do ar ocorrida nos últimos anos em grandes metrópoles, como São Paulo e Cidade do México. Nessas cidades, há alguns anos não são relatados alertas de poluição – algo freqüente na década de 1980.

Os dados acima mostram que os poluentes representam, atualmente, apenas 1% dos gases emitidos. Ressalte-se, entretanto, que mesmo esse pequeno volume ainda representa uma ameaça às pessoas e ao ambiente e precisa ser progressivamente eliminado.

Mas, atualmente, a grande questão que se coloca não diz respeito aos gases tóxicos, e sim a um gás tido, historicamente, como inofensivo ao meio ambiente: o dióxido de carbono, que representa 18,1% das emissões veiculares. A liberação desse gás é inerente ao processo de combustão, e o CO<sub>2</sub> lançado à atmosfera é um dos principais gases de efeito estufa.

Para reduzir o lançamento de CO<sub>2</sub> na atmosfera, as duas principais linhas de ação adotadas são a utilização de **veículos de menor cilindrada** (conseqüentemente, de menor consumo) e de **fontes alternativas de energia**.

As evoluções tecnológicas nos motores permitem que se obtenha um bom torque mesmo em motores de menor cilindrada. Essa foi a principal linha adotada pelas indústrias japonesas, que têm ganhado maiores percentuais de participação no mercado mundial, sobretudo pelo avanço no mercado americano.

Na Europa, onde predomina a utilização de motores *diesel* em veículos de passeio, essa tendência também pode ser percebida. Novas tecnologias, como o turbo *diesel* com injeção direta, permitem bom torque, apesar do reduzido volume dos cilindros.

Dentre as fontes de energia alternativas, as inovações podem ser divididas em dois grandes grupos: **veículos movidos por motores elétricos** (bateria, solar, híbrido, células de combustível) e **utilização de combustíveis alternativos** (gás natural, biodiesel, álcool), visando à substituição total ou parcial dos derivados do petróleo.

Os veículos elétricos são fabricados desde o início do século XX e, pela maior eficiência energética, sempre foram considerados uma alternativa para o setor de transporte. Uma das vantagens dos motores elétricos é o baixíssimo nível de ruído, se comparado com os motores a combustão. Outra vantagem diz respeito ao aspecto ambiental. Os motores são ecologicamente “corretos”, não emitindo quaisquer tipos de gases.

O principal desafio para a sua disseminação é a autonomia dos carros, já que, em veículos de passeio, as baterias são muito pesadas e possuem baixa capacidade de armazenamento de energia. Outro problema é o tempo elevado para o carregamento. Tais fatores acabaram restringindo o uso desses veículos ao atendimento de necessidades específicas (transporte em áreas restritas, ambientes internos, atividades recreativas etc.).

Entretanto, ainda se tenta comprovar a viabilidade comercial dos veículos elétricos a bateria. Uma experiência relevante levada a cabo nos últimos anos foi o projeto europeu “Linha Azul”, implantado em algumas cidades de Portugal entre 2002 e 2005. Nas cidades de Portalegre, Bragança, Vizeu e Coimbra, ônibus elétricos circulam em áreas turísticas, com pista exclusiva, viabilizando o transporte dos visitantes em veículos com baixíssimo nível de ruído

## **Veículos Movidos por Motores Elétricos**

### **Veículos Elétricos Tradicionais**

e sem a emissão da fuligem característica dos ônibus comuns. O projeto tem alcançado êxito.

A experiência da “Linha Azul” em Portugal parece confirmar a tendência de que o mercado para os veículos elétricos a bateria provavelmente será de pequenas proporções, em nichos específicos, não competindo em outros mercados.

Outro tipo de veículo elétrico utilizado historicamente foi o ligado à rede elétrica, conhecido também como trólebus. Ele foi bastante utilizado no transporte público, entretanto, com o agravamento dos problemas de tráfego urbano e também por causa do elevado custo de manutenção da rede, essa modalidade de veículos não tem previsão de expansão.

Uma alternativa sedutora de obtenção de energia para veículos elétricos é o aproveitamento da energia solar, fornecida através de placas fotovoltaicas. Já foram produzidas dezenas de protótipos de “carros solares”, sempre noticiados pela imprensa. Porém, para ter a bordo células fotovoltaicas capazes de obter a energia para movimentar o carro, surge um desafio arquitetônico, já que o carro precisa ser plano, leve, e ter uma grande área superior. E isso implica um custo não-competitivo para o setor automotivo. Portanto, é pouco provável que os carros solares sejam produzidos comercialmente nos próximos anos.

### **Veículos Elétricos Híbridos**

Para solucionar os problemas enfrentados pelos veículos elétricos e torná-los atrativos comercialmente, a indústria formulou uma solução bastante engenhosa. Trata-se do **veículo elétrico híbrido**. O carro possui um motor a combustão – de baixa cilindrada – e um motor elétrico, cada um com potência de cerca de 70 cavalos. Em baixas rotações, ou numa velocidade de até cerca de 30 km/h, apenas o motor elétrico movimenta o veículo, ficando o motor a gasolina desligado. Caso mantenha-se em baixa velocidade, o motorista estará dirigindo um veículo exclusivamente elétrico, sem consumo de combustível nem emissão de gases. Mas, se necessitar de arrancada mais forte, é acionado, em paralelo, o motor a combustão. Em maiores velocidades, predomina o motor a combustão, que, por sua vez, é assistido pelo motor elétrico, se houver necessidade de mais potência. Para recarregar a bateria, os veículos híbridos recuperam a energia da frenagem, com o motor elétrico atuando como um gerador. Todo o processo é monitorado por uma sofisticada unidade computadorizada.

Essa tecnologia viabiliza um carro de muito maior eficiência energética, atingindo um consumo médio de cerca de 25 quilômetros por litro de gasolina.

O primeiro modelo híbrido elétrico lançado comercialmente foi o Toyota Prius, em 1997. Apesar de custar cerca de 30% a mais do que veículos semelhantes movidos a gasolina, o Prius vem tendo sucesso comercial, sobretudo nos EUA e Japão, já tendo sido comercializadas cerca de 500 mil unidades desde seu lançamento. A redução do consumo de combustível fóssil e, conseqüentemente, das emissões de gases é o principal apelo comercial do veículo, tido como ecologicamente correto. No entanto, com a tendência ao aumento no preço do petróleo, a redução no custo de abastecimento também tende a ser um importante motivo de aquisição de veículos híbridos elétricos.

Os híbridos já possuem, atualmente, cerca de 1,8% de participação no mercado mundial. Nos últimos anos, foram lançadas, nos mercados americano e japonês, versões híbridas de diversos outros modelos, não só pela Toyota como pela Honda e pelas tradicionais montadoras americanas, General Motors e Ford, o que leva a crer que no futuro próximo assistiremos a um aumento na participação desses veículos.

As vendas dos híbridos elétricos têm forte potencial de crescimento no Japão e Europa, onde as possibilidades de produção de combustíveis renováveis são reduzidas. Já foram construídos protótipos de veículos híbridos a *diesel*, que devem ser lançados nos próximos anos. Esse veículo é ainda mais econômico e menos poluente que o híbrido a gasolina e tem grande potencial de vendas na Europa, onde o uso do *diesel* predomina nos carros de passeio.

Outro mercado atraente, como não poderia deixar de ser, será o mercado norte-americano, onde o alto poder de consumo viabiliza escala para diversos tipos de tecnologias alternativas. Muitos artistas de Hollywood já compraram carros híbridos, iniciando campanhas em favor da disseminação da nova tecnologia. Além disso, diversos governos estaduais já aprovaram uma série de benefícios fiscais aos compradores de carros híbridos, como por exemplo a isenção do pagamento de impostos de propriedade veicular e de tarifas de pedágio e estacionamento.

Não há perspectiva imediata de produção de híbridos no Brasil, já que o fator custo é determinante para as vendas de veículos no país. Além disso, o recente lançamento da tecnologia *flex* e a conseqüente utilização do álcool combustível parecem ser, no curto prazo, a alternativa mais viável à gasolina.

É claro que eventuais decisões governamentais que reduzam a carga tributária dos carros híbridos poderiam torná-los atrativos no país. No entanto, do ponto de vista econômico, não parece razoável conceder isenções fiscais à produção desses carros, dados as outras fontes alternativas dos quais o Brasil dispõe e seus efeitos

multiplicadores na dinamização da cadeia produtiva brasileira, bem como seus efeitos distributivos.

Uma alternativa para o Brasil seria o **desenvolvimento de veículos híbridos elétricos a álcool**, que reuniriam as vantagens do veículo elétrico com a possibilidade de utilização de nosso principal combustível renovável.

### **Veículos a Células de Combustível (Fuel Cell)**

Creio que os veículos com células de combustível terminarão com os 100 anos de reinado dos motores de combustão interna como a fonte de potência dominante para o transporte pessoal. Será uma situação de ganhar por todos os lados – os consumidores obterão uma fonte de potência eficiente, as comunidades terão emissões zero e os fabricantes de automóveis terão outra grande oportunidade de negócio – uma oportunidade de crescimento. William C. Ford, Jr.

A frase de Bill Ford, neto de Henry Ford e atual diretor-presidente da Ford Motors Company, fala por si. Quando a tecnologia das células de combustível for dominada e for possível baixar os seus custos de fabricação, tudo indica que esta passará a ser a principal forma de se movimentar os veículos automotores. Nesse sentido, as demais fontes alternativas ao petróleo atualmente em implementação seriam apenas uma transição entre a “era do petróleo” e a “era do hidrogênio”.

Mas o que são e como funcionam as células de combustível? São equipamentos eletroquímicos semelhantes às pilhas, mas que não armazenam a energia. A eletricidade é continuamente gerada enquanto a célula estiver sendo alimentada por um combustível.

A reação química é trivial: o hidrogênio combustível é colocado no anodo da célula, enquanto o oxigênio, do ar, entra pelo catodo. Utilizando-se um catalisador, o hidrogênio reage com o oxigênio, gerando energia e vapor d’água.

Essa tecnologia oferece uma produção de eletricidade silenciosa e de alta eficiência. Essa parece ser a forma ideal de se viabilizar a utilização dos carros elétricos sem os problemas e as limitações dos veículos elétricos a bateria.

O domínio dessa tecnologia poderia viabilizar o sonho da energia limpa, a ser utilizada não só nos veículos automotores como em outros campos. A célula combustível pode ser utilizada em uma infinidade de aplicações, entre elas a geração estacionária de energia elétrica para uso residencial, comercial e industrial. Discute-se ainda a possibilidade de se implantarem pequenas unidades de geração local de energia, sobretudo em áreas rurais, em oposição à extensão das linhas de transmissão existentes.

No que se refere ao setor de transporte, é possível que em curto período de tempo qualquer frota comercial possa ser movida a hidrogênio. Aviões, trens, barcos, ônibus, caminhões, empilhadeiras e até submarinos<sup>15</sup> movidos a célula de combustível estão em desenvolvimento.

Já foram gastas dezenas de bilhões de dólares pelos governos e pela indústria automobilística em pesquisas que viabilizem a utilização da tecnologia, visando substituir o velho motor de combustão interna. Quase todas as montadoras mantêm pesquisas sobre células de hidrogênio, e diversas delas já apresentaram veículos protótipos, além de freqüentemente solicitar investimentos governamentais em pesquisa básica e em sistemas de distribuição de hidrogênio.

Existem diversos tipos de tecnologia de células de combustível. Para equipar automóveis, a maior parte das pesquisas tem sido direcionada para a tecnologia PEM (Proton Exchange Membrane), ou Membrana de Troca de Prótons. Essas células não necessitam de altas temperaturas, operando a cerca de 80°C, e possuem uma partida rápida. O eletrólito é uma membrana feita de um polímero especial, que permite que os íons de hidrogênio a atravessem. Essa membrana é ainda revestida de partículas de platina, que atuam como o catalisador do processo.

A célula é alimentada com hidrogênio do lado do anodo, e o catalisador estimula a formação dos íons de hidrogênio. Os elétrons viajam para o catodo, gerando a corrente elétrica, que será aproveitada antes de chegar ao catodo. Ao mesmo tempo, os prótons de hidrogênio atravessam a membrana e alcançam o catodo, reagindo com oxigênio do ar e formando vapor d'água.

Os motores a células de combustível têm maior eficiência energética do que os motores a combustão interna. Um motor movido por células de hidrogênio converte cerca de 55% da energia do combustível em força mecânica, enquanto nos motores a gasolina a eficiência é de cerca de 30%.

O principal entrave para a larga utilização dessa tecnologia é o custo da membrana e, sobretudo, da platina que a reveste. Também é preciso aumentar a durabilidade e potência das células. Não existe consenso sobre o prazo necessário para que a tecnologia seja comercialmente viável. As estimativas variam entre 15 e 50 anos.

Outra questão central para a sua aplicação em larga escala é a implantação de uma infra-estrutura de abastecimento e produção de hidrogênio. A montadora General Motors estima em cerca de US\$ 12 bilhões os custos totais para montar essa rede de distribuição nos EUA. A implantação dessa rede seria progressiva, o que pode

<sup>15</sup>O estaleiro alemão *Howaldswerke Deutsche Werft (HDW)* lançou o primeiro de uma nova série de submarinos movidos, parcialmente, por células de combustível.



acarretar dificuldades para o consumidor no abastecimento de seu veículo.

Como não há hidrogênio livre no meio ambiente, sua produção exige que sejam quebradas moléculas de outras substâncias que contenham o elemento, para então formar o  $H_2$ . Atualmente, o hidrogênio é produzido do gás natural, e seu preço ainda não é atrativo, em comparação com a gasolina. Entretanto, a introdução de novas tecnologias e o aumento no preço do petróleo tendem a reduzir as diferenças. É necessário o desenvolvimento de tecnologias não-poluentes e mais eficientes para produzir hidrogênio em larga escala e, paralelamente, tornar o seu custo atrativo comercialmente.

Para eliminar o problema da produção e do abastecimento, estão sendo estudadas células de combustível alimentadas por fontes renováveis, capazes de produzir hidrogênio “a bordo”. Essa solução interessa especialmente ao Brasil, que possui uma rede estruturada de produção e abastecimento de álcool. Neste caso, os íons de hidrogênio são obtidos pela quebra da molécula do álcool, gerando, ao fim da reação, a formação de vapor d’água e de gás carbônico.

## **Combustíveis Alternativos**

### **Gás Natural Veicular (GNV)**

O Gás Natural Veicular é um combustível fóssil – basicamente uma mistura de hidrocarbonetos leves – encontrado em regiões porosas no subsolo, podendo estar associado ou não ao petróleo. É composto por gases inorgânicos e hidrocarbonetos saturados, predominando o metano e, em menores quantidades, o propano e o butano, entre outros.

Dentre as vantagens do uso do gás em relação aos demais combustíveis fósseis estão: a segurança, uma vez que o gás só inflama a  $620^{\circ}C$ , temperatura mais alta que a do álcool ( $200^{\circ}C$ ) e a da gasolina ( $300^{\circ}C$ ); uma queima mais limpa, com menor emissão de poluentes e de gás carbônico que a gasolina; maior vida útil dos equipamentos automotivos por causa da ausência de material particulado.

A utilização do GNV no Brasil foi impulsionada pela construção do gasoduto Brasil–Bolívia e a conseqüente abundância do produto no país. Visando diversificar a matriz energética e escoar a quantidade excedente de gás, o Governo federal incentivou o seu uso em veículos automotores, subsidiando seu preço e concedendo considerável desconto no IPVA dos veículos adaptados. Esses incentivos tornaram a utilização do GNV especialmente proveitosa para os veículos de transporte urbano, como táxis e vans.

Apesar do menor custo para o consumidor final, a utilização do *kit* de GNV acarreta alguns inconvenientes, como perda de

potência e rendimento, baixa autonomia, dificuldade de abastecimento, sobretudo fora dos centros urbanos, e perda de espaço para carga no porta-malas.

Um avanço que pode impulsionar o consumo de GNV é a implantação dos modelos tricombustível<sup>16</sup> de fábrica, que permitirá que o consumidor escolha qual combustível utilizar entre álcool, gasolina e GNV. Nesses veículos, que devem ser lançados já em 2006, uma central eletrônica gerencia a alimentação do motor entre o combustível gasoso e o líquido, com preferência pelo GNV (mais barato). Se houver necessidade de maior potência, a central alterna automaticamente para o combustível líquido, retornando em seguida para o GNV.

Os incentivos governamentais à utilização do GNV acarretaram aumento no seu consumo em detrimento não só da gasolina como também do álcool. Os produtores de álcool frequentemente criticam esses subsídios, com alegações ambientais (“governo estimula uso de combustível fóssil–GNV e não do renovável – álcool”) e sociais (“a produção de álcool é geradora de empregos, ao contrário da de GNV”). O lançamento de veículos tricombustível irá, certamente, acirrar ainda mais as críticas aos subsídios do GNV pelos produtores de álcool.

O GNV é uma alternativa aos derivados de petróleo e, do ponto de vista ambiental, apresenta algumas vantagens, como a menor emissão de poluentes e também de gás carbônico, além de viabilizar uma diversificação da matriz energética. Entretanto, por ser um combustível fóssil, sua utilização pressupõe a retirada de carbono do subsolo, e, assim, contribui com o aumento do efeito estufa.

Resta a dúvida acerca da viabilidade comercial do GNV numa eventual redução dos subsídios governamentais.

O álcool foi o primeiro combustível renovável a ser utilizado em larga escala e já provou sua viabilidade técnica e econômica. Ao contrário dos derivados do petróleo, é uma fonte inesgotável de energia, não prescinde da descoberta de novas reservas e possui imenso potencial de aumento da produção, seja via ampliação da área plantada, seja por meio de aumentos na produtividade agrícola.

Pode ser produzido a partir de diversas matérias-primas, como a cana-de-açúcar, a beterraba, o milho e o trigo, o que permite a obtenção do produto nas mais diferentes regiões geográficas. Ao contrário do petróleo, os principais países produtores de álcool não estão sujeitos a graves tensões geopolíticas.

## Álcool (Etanol)

<sup>16</sup>Algumas empresas devem lançar o sistema como “tetracombustível”, pois ele também pode utilizar a gasolina pura, sem adição de álcool.

A tecnologia dos motores a álcool já está plenamente dominada, tratando-se de um motor ciclo Otto bastante semelhante ao motor a gasolina. A principal diferença é a necessidade de maior taxa de compressão do motor, além do tratamento especial para evitar os problemas de corrosão.

Do ponto de vista das emissões de gases poluentes e de CO<sub>2</sub>, a combustão do álcool apresenta comportamento semelhante ao da gasolina. A maior relevância atual do uso do álcool relaciona-se ao efeito estufa e ao balanço final de dióxido de carbono no meio ambiente. Pode-se afirmar que uma quantidade equivalente ao CO<sub>2</sub> emitido pelos motores a álcool para a atmosfera é capturada pela cana-de-açúcar (ou outras matérias-primas) em seu processo de crescimento, que o utiliza para criar novas cadeias carbônicas, no processo de fotossíntese. Assim, a utilização do álcool não contribui com o efeito estufa.

Por suas características de combustível limpo e renovável, o álcool passou a ser atrativo para diversos países, como EUA, Suécia, Canadá, México, Índia e Japão, que estudam e investem em sua utilização. O interesse é ainda maior por causa da manutenção das cotações do petróleo em patamares elevados.

### **Sistemas de Combustível *Flex***

Os primeiros veículos equipados com a tecnologia de combustível *flex* foram lançados em 1992, nos EUA. A tecnologia baseava-se no reconhecimento, por meio de sensores físicos, do teor de álcool em mistura com a gasolina para, em seguida, ajustar a operação do motor às condições mais favoráveis ao uso da mistura em questão. A tecnologia norte-americana foi desenvolvida a partir de motores a gasolina e permite a utilização de uma mistura com até 85% de álcool.

As pesquisas realizadas no Brasil resultaram em uma concepção tecnológica mais avançada que a norte-americana. Partiu-se da experiência com os veículos a álcool, equipados com motores de taxa de compressão mais elevada, o que viabilizou a utilização de até 100% de álcool.

Mas a inovação tecnológica mais relevante foi a utilização de um sistema computadorizado de reconhecimento do combustível, mais eficiente e, sobretudo, bem mais barato do que os sensores físicos utilizados pelos americanos. Um *software*, instalado no *chip* de comando da injeção eletrônica, calcula o percentual da mistura e ajusta automaticamente os parâmetros de funcionamento do motor. O cálculo é feito a partir das informações recebidas pelo sensor do escapamento, que mede a quantidade de oxigênio emitido. Não houve necessidade de instalação de equipamentos adicionais, pois

o sensor do escapamento já era obrigatório nos veículos, em virtude das normas de controle de poluentes.

A tecnologia de combustível *flex* transformou o motor convencional em um motor “inteligente”, permitindo que o usuário do veículo escolha qual combustível utilizar, em qualquer proporção. Seu lançamento foi um grande sucesso no Brasil, e a tecnologia já começa ser exportada para outros países.

A nova tecnologia contribuiu para o aquecimento do mercado interno de veículos em 2005,<sup>17</sup> com os carros bicomcombustíveis respondendo por 54% dos automóveis vendidos no país, e lançou as bases para a retomada da utilização do álcool combustível no país.

Os sistemas computadorizados de reconhecimento da mistura ainda são capazes de viabilizar novos ganhos para o Brasil. Os veículos bicomcombustíveis podem manter o registro histórico de todo o álcool utilizado. Por meio de equipamentos específicos, é diagnosticada a quantidade de litros de álcool consumidos em substituição à gasolina e calculada a quantidade de CO<sub>2</sub> evitado para a atmosfera. Com isso, é possível demonstrar o atendimento aos limites do Protocolo de Quioto ou mesmo acessar o mercado internacional de créditos de carbono.

O biodiesel é um combustível derivado de fontes renováveis que pode ser utilizado para substituir, parcial ou integralmente, o óleo *diesel* derivado do petróleo, evitando o lançamento de CO<sub>2</sub> na atmosfera.

## Biodiesel

O processo de produção mais freqüentemente utilizado é o da transesterificação a partir de óleos vegetais. Um subproduto do processo de transesterificação é a glicerina, aplicada na produção de tintas, adesivos, produtos farmacêuticos e têxteis, o que pode aumentar a competitividade do biodiesel.

Há diversas plantas oleaginosas que se prestam à produção de biodiesel, como a mamona, o dendê, o girassol, o babaçu, o amendoim, o pinhão-mansão, a soja e a colza (canola), entre outras. Podem ainda ser usadas como matéria-prima as gorduras animais, ou mesmo óleos de fritura reciclados.

O biodiesel é considerado um produto nobre, que pode ser adicionado ao óleo *diesel* em concentração de 1% a 2%, simplesmente com o objetivo de melhorar a lubricidade do combustível, além de seus efeitos ecológicos. Em países como Alemanha, França, Itália e EUA, o biodiesel já é utilizado comercialmente, tanto em mistura com o óleo *diesel* quanto em sua forma pura.

<sup>17</sup>Em 2005, as vendas internas foram 8,6% superiores às registradas em 2004.

A experiência internacional tem demonstrado que, para misturas de óleo *diesel* com até 20% de biodiesel, não há necessidade de alterações no motor a *diesel*. No caso de utilização em maiores percentuais ou na forma pura, há necessidade de modificações nos motores, visando evitar problemas de manutenção e desempenho.

As primeiras iniciativas tecnicamente estruturadas no Brasil para uma ampla avaliação da viabilidade de uso de óleos vegetais *in natura* e de biodiesel ocorreram em 1982, com o lançamento, pelo Governo federal, do Programa de Óleos Vegetais, conhecido como Oveg. Naquele ano, foram desenvolvidos diversos testes com a colaboração da indústria automobilística. Embora os resultados dos testes tenham sido especialmente animadores para o biodiesel, o alto custo do produto, em comparação aos preços do óleo *diesel* tradicional, inibiu seu uso comercial.

Diversos fatores levaram à retomada recente das pesquisas brasileiras para a produção de biodiesel: a elevação dos preços internacionais do petróleo e a necessidade de reduzir a sua importação, a implantação do Protocolo de Quioto e as possibilidades de acessar o mercado de crédito de carbono e as perspectivas de desenvolvimento social a partir do plantio das oleaginosas em sistemas de agricultura familiar.

## **A Utilização dos Biocombustíveis e as Perspectivas para o Brasil**

**C**omo vimos, diversas alternativas têm sido estudadas e implementadas para substituir os derivados de petróleo como combustível nos veículos e reduzir as emissões de CO<sub>2</sub> para a atmosfera. Enquanto os carros movidos a células de combustível não são viabilizados economicamente, outros combustíveis/tecnologias estão sendo implementados e têm conquistado participação de mercado, o que pode ser visto como um movimento gradual para o fim da “era do petróleo”.

O gás natural já é uma realidade, equipando táxis e veículos de passeio. O biodiesel será misturado ao *diesel* em proporções crescentes, reduzindo a necessidade de importação de *diesel* e gerando empregos no campo. Os veículos híbridos elétricos acarretam uma fantástica redução no consumo de combustível e ganham mercado no Japão e nos EUA. Na Europa, novas tecnologias de motores a *diesel* viabilizam ganhos de potência com redução no consumo. E a tecnologia *flex* promete ampliar progressivamente a utilização do álcool nos veículos de passeio, em substituição à gasolina.

De todas essas alternativas, têm maior viabilidade comercial e interesse estratégico para o Brasil, sem dúvida, as que utilizam os biocombustíveis. O álcool e o biodiesel não contribuem para o

efeito estufa, reduzem a necessidade de importação de combustíveis e potencializam o desenvolvimento agroindustrial nacional.

Na verdade, os biocombustíveis não são tecnologias recentes. Desde o século XIX, antes do início da “era do petróleo”, já havia pesquisas nesse sentido. Rudolf Diesel, quando criou o motor a *diesel* em 1895, imaginava que ele pudesse funcionar com uma variedade de óleos vegetais. Na Exposição Mundial de Paris, em 1900, Diesel apresentou uma versão do motor movido a óleo de amendoim. Henry Ford, o inventor da linha de montagem, via o álcool produzido a partir de biomassa como o “combustível do futuro” e que promoveria um maior desenvolvimento da agricultura nos EUA.

Embora tivessem seus sonhos de desenvolvimento dos combustíveis de biomassa postergados, seus trabalhos deixaram sementes férteis e um programa de pesquisa promissor, que deram origem aos primeiros estudos com óleos vegetais na França e no Japão, nas primeiras décadas do século XX. Entretanto, no período compreendido entre o final da Segunda Guerra Mundial e a crise de 1973, são muito raros ou de pouca importância os trabalhos publicados sobre o assunto, por causa do avanço da indústria do petróleo e a seu baixo custo.

A experiência mais relevante de utilização de biocombustíveis no século XX foi a implantação do Proálcool (Programa Nacional do Álcool), o primeiro grande programa energético utilizando a biomassa como combustível. Logo após o primeiro choque do petróleo em 1973, o Brasil começou a tomar as primeiras providências para diminuir a dependência de petróleo importado.<sup>18</sup>

O II Plano Nacional de Desenvolvimento (II PND) tinha como principais metas avançar no processo de substituição de importações no setor de bens de capitais e indústria pesada, bem como na substituição de insumos básicos como o petróleo. Para tais objetivos, um ambicioso ciclo de investimentos foi iniciado. É nesse período que começam as bem-sucedidas pesquisas para a prospecção de petróleo *off-shore* nas bacias oceânicas pela Petrobras, a construção das usinas hidrelétricas de Itaipu e Tucuruí, além da implementação do Proálcool.

O programa visava estimular o uso do álcool produzido da cana-de-açúcar. Para isso, o governo concedeu estímulos e subsídios para lavouras de cana e usinas de açúcar e álcool, garantindo a oferta do produto. Pelo lado da indústria, foram realizadas pesquisas visando adaptar os motores a gasolina para o funcionamento com álcool. Outra medida foi utilizar um percentual de álcool na gasolina, o que se convencionou chamar de *gasool*.

A experiência brasileira mostrou que é possível implementar uma política energética alternativa em larga escala em curtíssimo

<sup>18</sup>Na década de 70, o Brasil importava cerca de 80% do petróleo consumido. Após os choques do petróleo, cerca de metade da pauta de nossas importações era composta por petróleo e derivados.

período de tempo. Em meados da década de 1980, apenas dez anos após a instituição do programa, as vendas de carros a álcool atingiam seu ápice.<sup>19</sup>

No início da década de 1990, uma conjunção de fatores determinou o fim prematuro do programa. O Governo federal suspendeu uma série de subsídios à produção de álcool, ao mesmo tempo em que os preços do açúcar estavam em alta no mercado internacional. Essa situação levou os produtores a direcionar sua produção para o açúcar, o que resultou em alguns problemas de abastecimento de álcool nos postos, assustando os consumidores. Além disto, as cotações do barril de petróleo estavam em baixa, tornando pouco atrativa economicamente a utilização de álcool.

Após a negociação da dívida externa, que atenuou a necessidade emergencial de economia de divisas, foram “reintroduzidos” no Brasil os motores a gasolina, aproveitando os baixos preços do petróleo de então.

Atualmente, com a experiência herdada do Proálcool, a entrada em vigor do Protocolo de Quioto e a introdução dos veículos flexíveis, as perspectivas para o uso de álcool voltaram a ser extremamente promissoras.

Pode-se dizer que a tecnologia *flex* foi o principal fator responsável pela retomada da utilização do álcool combustível em nossos veículos automotores. Ao dar a opção ao proprietário do carro de escolher qual combustível colocar no seu tanque, ele pode sempre escolher a opção mais barata. Os riscos de oscilações abruptas nos preços do açúcar e do álcool, que podem tornar o preço do álcool pouco atrativo com relação à gasolina ou mesmo gerar desabastecimento, não assustam mais os consumidores. Nesse caso, basta abastecer o carro com gasolina. Com a nova tecnologia, pôde-se “reeditar o Proálcool” sem a necessidade de adoção de novas medidas governamentais ou concessão de subsídios.

O Brasil, além de dominar a tecnologia automotiva e possuir uma rede estruturada de produção e abastecimento de álcool, é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, e há perspectivas de grandes aumentos da capacidade produtiva, podendo-se ampliar a oferta interna para abastecer os veículos *flex*, bem como suprir a demanda dos mercados internacionais que necessitam de uma alternativa imediata para substituir o petróleo.

O setor sucroalcooleiro tem efeito multiplicativo na economia e contribui com a criação e manutenção de empregos. Segundo a União da Agroindústria Canavieira de São Paulo (Unica), “a atividade canavieira do Brasil é responsável por cerca de 1 milhão de empregos diretos, 511 mil apenas na produção de cana-de-açúcar, e abriga 60 mil produtores rurais que fornecem cana-de-açúcar. Em

<sup>19</sup>No auge do programa, entre 1986 e 1989, quase 95% dos automóveis que saíam das linhas de montagem das fábricas nacionais eram movidos a álcool.

mais de 960 municípios, cerca de 17% do total do Brasil, a economia tem forte presença dessa atividade, num processo permanente de geração descentralizada de empregos e renda”.

Pelo lado da iniciativa privada, é necessário o estabelecimento de um sistema de gestão próprio, capaz de permitir o equilíbrio entre a oferta e a demanda dos produtos do setor. Para isso, são de grande importância para o setor a transformação do álcool em *commodity* internacional e a criação de um mercado futuro, o que tornará possível analisar o comportamento das *commodities* no médio e longo prazos.

Além de ser uma alternativa imediata para a gasolina, sobretudo com o lançamento dos veículos com tecnologia *flex*, o álcool pode servir como ponte para as novas alternativas energéticas a serem adotadas pela indústria automotiva.

Já se estuda o lançamento de veículos híbridos elétricos a álcool, que poderiam ter viabilidade comercial no Brasil pelo baixo consumo de combustível. Poderia, ainda, ser estudada uma versão híbrida elétrica, utilizando a tecnologia de combustível *flex*.

Por já contar no país com uma rede de distribuição de álcool estruturada, o álcool pode ainda servir, no futuro, como combustível das modernas células de combustível, gerando o hidrogênio “a bordo”. A adoção da tecnologia seria uma alternativa à implantação de uma dispendiosa infra-estrutura de produção e distribuição de hidrogênio.

A introdução do biodiesel também se mostra uma importante opção estratégica para o Brasil. Da mesma forma que o álcool, sua produção em larga escala pode propiciar grandes efeitos multiplicativos na economia, com geração de divisas para o país, e emprego e renda para a população rural.

A viabilidade técnica da utilização do combustível já está comprovada, e o produto é utilizado comercialmente nos EUA e em países da União Européia. A questão crucial é o custo de suas matérias-primas, ainda muito caras em comparação ao preço do *diesel*.

Naqueles países, o custo final do biodiesel é de uma vez e meia a três vezes maior que o preço do *diesel*, sendo sua utilização justificada pelas externalidades (ambiental, segurança energética, geração de emprego e redução das importações). No Brasil, as isenções fiscais previstas podem dar competitividade ao produto.

Por ser um combustível renovável, sua utilização em substituição ao *diesel* mineral implica a redução das emissões de CO<sub>2</sub> para a atmosfera e, por consequência, do efeito estufa. Em vista



disso, projetos de produção de biodiesel são passíveis de participação no mercado internacional de créditos de carbono, previsto pelo Protocolo de Quioto.

No Brasil, o transporte de cargas e passageiros é majoritariamente rodoviário, e os ônibus e caminhões consomem exclusivamente óleo *diesel*, que corresponde a 58% dos combustíveis veiculares consumidos. Assim, mesmo com a perspectiva da auto-suficiência de petróleo, continua havendo a necessidade da importação de óleo *diesel*. Essas importações têm custado cerca de US\$ 1,2 bilhão ao ano. Ao adicionar um percentual de biodiesel ao *diesel*, será possível reduzir parte dessas importações.

Para impulsionar a produção do biodiesel, o Governo federal implementou o Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB), visando garantir o suprimento, a qualidade e o preço do produto, bem como promover a inclusão social.

O PNPB prevê a adição de um percentual de 2% de biodiesel ao *diesel*. Até 2007, sua utilização é facultativa e a partir de 2008 passa a ser compulsória. A partir de 2013, a utilização obrigatória passa a ser de 5%.

Os primeiros contratos para fornecimento de biodiesel para a Petrobras, no volume de 500 milhões de litros, foram assinados em fevereiro de 2006, marcando o início da utilização do combustível no país.

O cultivo das oleaginosas para o biodiesel pode utilizar a agricultura familiar, o que não ocorre no plantio da cana-de-açúcar. Por ser intensiva em mão-de-obra, a cultura da mamona e da palma tem um grande potencial para a geração de emprego e renda em regiões desfavorecidas. A implantação do PNPB tem o potencial, de fato, de combinar uma alternativa estratégica de energia limpa e o almejado desenvolvimento social de áreas rurais, sobretudo no semi-árido nordestino e na Região Norte.

O PNPB prevê a utilização de diversas oleaginosas, mas inclui incentivos fiscais para projetos que utilizem agricultura familiar nas Regiões Norte e Nordeste e/ou que utilizem a mamona ou a palma como matérias-primas. Esses projetos ganham o selo Combustível Social.

O cultivo dessas oleaginosas é feito, atualmente, em escala modesta. Vale ressaltar a complexidade de se montarem estruturas em larga escala, necessárias à produção requerida. Por serem intensivos em mão-de-obra e se localizarem em regiões de baixa renda, tais projetos exigem a implantação de uma infra-estrutura social (habitação, saúde, educação) e poderão gerar fluxos migratórios e outros desequilíbrios sociais nas localidades onde forem ins-

talados. Outra dificuldade a ser enfrentada é a logística de abastecimento e transporte do interior do Brasil, onde será feito o cultivo, até os grandes centros urbanos.

O BNDES exerce um importante papel no financiamento à produção do combustível. O Programa de Apoio Financeiro a Investimentos em Biodiesel prevê financiamentos destinados a todas as fases de produção do biodiesel, dentre elas a agrícola, a de produção de óleo bruto, a de armazenamento, a de logística, a de beneficiamento de subprodutos e a de aquisição de máquinas e equipamentos homologados para o uso desse combustível. Há aumento na participação e redução na remuneração do BNDES para projetos com o selo Combustível Social.

**A** “era do petróleo” está chegando ao fim, e esse fim tende a ser gradual, com lançamentos de alternativas econômica e ambientalmente mais modernas, que se tornarão progressivamente mais atrativas aos consumidores.

## Conclusões

No século XX, o preço do petróleo oscilava na ocorrência de turbulências conjunturais. Após os atentados de 11 de setembro de 2001 aos EUA e a invasão do Iraque, a tensão entre os países ocidentais – dependentes da importação de petróleo, e o mundo árabe, principal fornecedor mundial – atingiu um estado permanente.

A exaustão das reservas de petróleo é uma questão de tempo. Mesmo que ainda restem algumas décadas para que isso ocorra, os preços não devem retornar aos patamares do final do século passado. Nesse contexto, a utilização de seus derivados como combustíveis se torna cada vez menos interessante.

O próprio presidente norte-americano, George Bush, que tem fortes ligações políticas e familiares com a indústria do petróleo, afirmou que os EUA são “viciados em petróleo” e que, para se livrarem do vício, necessitam investir em novas tecnologias.

O Brasil precisa aproveitar suas vantagens comparativas para se inserir como protagonista mundial dos combustíveis alternativos, no contexto do fim da “era do petróleo”. Sua enorme área agrícola inexplorada, insolação e experiência pregressa na utilização de biocombustíveis o capacitam para tal papel. O país já é um grande exportador de álcool e possui a tecnologia mais avançada de plantio da cana e refino do álcool. O biodiesel também é uma realidade e pode utilizar diversas matérias-primas, com os seus já citados ganhos ambientais e sociais.

Além disso, o país possui uma indústria automotiva madura, que conta com as principais fabricantes de automóveis do mundo e forte potencial de inovação. A engenharia automotiva brasileira vem se destacando no panorama internacional pela sua experiência acumulada, especialização em projetos de veículos econômicos e baixo custo de mão-de-obra.

As quatro montadoras presentes no país há mais tempo construíram ou expandiram seus centros de tecnologia no país nos últimos anos. O índice de nacionalização de grande parte dos veículos já chega a 95%. O atual estado-da-arte desses centros já permite o desenvolvimento completo de veículos no Brasil.

A engenharia automotiva brasileira já demonstrou sua capacidade e competência profissional ao introduzir o motor a álcool e, mais recentemente, ao aprimorar a tecnologia de combustível *flex*, tornando-a mais barata e eficiente. Com as perspectivas de inovação que se afiguram, ela pode ter um papel decisivo para a inserção do Brasil no mundo pós-petróleo.

## **Ações Esperadas do BNDES**

1. Financiar a inovação na indústria automotiva, visando tornar viável a utilização das novas fontes energéticas (como, por exemplo, veículos híbridos elétricos de combustível *flex* e células de combustível com geração de hidrogênio a partir do álcool);
2. Apoiar projetos que visem ao aumento da capacidade de produção de álcool;
3. Apoiar projetos de plantio de oleaginosas e produção de biodiesel, pelo Programa de Apoio Financeiro a Investimentos em Biodiesel, com especial atenção a seus impactos sociais;
4. Apoiar projetos de co-geração de energia a partir da biomassa da cana-de-açúcar;
5. Apoiar projetos no âmbito do chamado Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL, definido pelo Protocolo de Quioto;
6. Promover a internacionalização do uso do álcool, considerando a competitividade e o domínio tecnológico do país em todas as etapas do ciclo de produção e consumo (cultivo da cana, produção de álcool e tecnologia automotiva). Contribuir para a construção de um “mercado futuro” para os produtos derivados da cana-de-açúcar.

## **Anexo I – Relação dos Principais Encontros Internacionais sobre as Emissões de Gases e as Mudanças Climáticas**

**1988** – Nações Unidas e World Meteorological Organization criam o IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change.

**1992** – Convenção Quadro sobre Mudança Climática (UNFCCC) é criada, e o Brasil é o primeiro a assiná-la no encontro no Rio de Janeiro, a Eco 92. O foco do encontro foi o debate sobre a redução da queima de combustíveis fósseis.

**1994** – Convenção entra em vigor e Brasil a ratifica.

**1995** – É realizada a primeira Conferência das Partes (COP) da Convenção de Clima, em Berlim, Alemanha. A COP conta com a colaboração dos governos, organizações multilaterais, ONGs e representantes da sociedade civil.

**1996** – COP-2, em Genebra, Suíça.

**1997** – COP-3, em Quioto, Japão. É preparado um protocolo com obrigações a serem cumpridas pelos países signatários.

**1998** – Protocolo de Quioto é aberto à assinatura, e nove meses depois é realizada a COP-4.

**1999** – COP-5, em Bonn, Alemanha.

**2000** – COP-6, em Haia, Holanda, que não é concluída. No Brasil, é criado o Fórum Brasileiro de Mudança Climática.

**2001** – Reconvocação da conferência com a sigla COP-6 1/2, em Bonn, Alemanha. Ainda em 2001, é realizada a COP-7, em Marrakesh, Marrocos.

**2002** – Rio+10, realizada em Joanesburgo, África da Sul, e dois meses depois a COP-8, em Nova Délhi, Índia.

**?2004** – COP-9, realizada em Milão. Encontro em Bonn com o objetivo de discutir a remoção das barreiras comerciais para os combustíveis renováveis. O Brasil é nomeado líder das fontes renováveis.

**2005 – 16 de fevereiro** – Com a adesão da Federação Russa, a cota mínima exigida é atingida, e o Protocolo de Quioto entra em vigor.

**2008 a 2012** – Vigência da primeira etapa das obrigações definidas pelo Protocolo de Quioto.

## Referências Bibliográficas

### Congressos e Seminários

Congresso da Sociedade dos Engenheiros da Mobilidade, SAE, Brasil, apresentações orais, nov. 2005.

III Fórum Sindipeças do Meio Ambiente, out. 2005.

Seminário Autodata – Perspectivas 2006, apresentações orais, out. 2005.

### Livros e Revistas Consultados

ABREU, Marcelo de Paiva (org.). *A ordem do progresso – 100 anos de política econômica republicana 1889-1989*. Rio de Janeiro: Campus, 1989.

ASHLEY, Steven. “Na Estrada dos Carros a Hidrogênio.” In: *Revista Scientific America* n. 35, abr. 2005.

DAMASCENO, Fernando. “CO<sub>2</sub> evitado por veículos FLEX de acordo com protocolo de Quioto.” Apresentação para o Prêmio CNI 2005. CNI/ Magneti Marelli, jul. 2005.

GOLDEMBERG, José; COELHO, Suani Teixeira; NASTARI, Plínio Mário; LUCON, Oswaldo. “Ethanol learning curve – the Brazilian experience”. In: *Biomass and bioenergy*. v. 26, Issue 3: mar. 2004. p. 301-304.

HYMER, Stephen. *Empresas multinacionais: a internacionalização do capital*. Trad.: Aloísio Teixeira. Rio de Janeiro: Editora Graal, 1983.

HOBBSAWM, Eric. *Era dos extremos*. São Paulo: Companhia das Letras, 1994.

JOSEPH JR., Henry. “O Impacto do Protocolo de Quioto no Setor Automotivo.” Apresentação do III Fórum Sindipeças do Meio Ambiente, out. 2005.

MCCRAW, Thomas K. (org.), CHANDLER, Alfred. *Ensaio para uma teoria histórica da grande empresa*. Rio de Janeiro: Editora FGV, 1998.

MADDISON, Angus. *Phases of capitalist economic development*. Oxford: Oxford University Press, 1982.

MARIS, Robin. *The economic theory of “managerial” capitalism*. Nova York: Basic Books, 1964.

MOREIRA, Jose R. “The Global Biomass Potential”. Artigo apresentado no Expert Workshop on Greenhouse Gas Emissions and Abrupt Climate Change: Positive Options and Robust Policy, Paris, 2004.

NEGRÃO, Luiz Celso Parisi; URBAN, Maria Lucia De Paula. “Álcool como Commodity Internacional.” In *Revista Economia e Energia*, ano VIII, n. 47, dez. 2004.

MOVERY, David; ROSENBERG, Nathan. *Trajetórias da Inovação – A Mudança Tecnológica nos Estados Unidos da América no Século XX. Clássicos da Inovação* Campinas: Editora Unicamp, 1995.

RIBEIRO, Suzana Kahn; YOUNES IBRAHIM, Pauline Staib. Global Warming and Transport in Brazil – Ethanol Alternative. In: International Journal Vehicle Design. v.27. Olney: Inderscience Publishers, 2001. p. 118-128.

TOLMASQUIM, M. T., COHEN, C.; SZKLO, A.S. CO<sub>2</sub> Emissions in the Brazilian Industrial Sector According to the Integrated Energy Planning Model. Energy Policy, 2000. (IEPM). v. 29. n.5. In Energy Policy. UK, 2001. p. 641-651.

WORLD RESOURCES: A Report by the World Resources Institute and the International Institute for Environment and Development, ONU, Nova York, 1986.

REVISTA MILITAR DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, v. XVII – 3º quadrimestre de 2000.

ROSTEIN, Jaime. *Conspiração contra o álcool*. Rio de Janeiro: José Olympio Editora, 1985.

SZWARC, Alfred. *Biodiesel: alternativa limpa*. Maio de 2003. <[www.unica.com.br](http://www.unica.com.br)> maio 2003.

VIDAL, José Walter Bautista. *Brasil: civilização suicida*. Brasília: Editora Nação do Sol, 2000.

VIDAL, José Walter Bautista; VASCONCELLOS, Gilberto Felisberto. *Petrobras: um clarão na história*, Brasília: Editora Sol Brasil, 2001.

### **Sites Consultados**

[www.abve.org.br](http://www.abve.org.br) Associação Brasileira de Veículos Elétricos

[www.almanaqueabril.com.br](http://www.almanaqueabril.com.br) Almanaque Abril

[www.anfavea.com.br](http://www.anfavea.com.br) Associação Nacional de Fabricantes de Veículos Automotores

[www.automotivebusiness.com.br](http://www.automotivebusiness.com.br)

[www.biodieselecooleo.com.br](http://www.biodieselecooleo.com.br)

[www.biodiesel.gov.br](http://www.biodiesel.gov.br)

[www.bosch.com.br/br/autopecas\\_n/sistema\\_inj\\_gas/motronic\\_flex\\_fuel.htm](http://www.bosch.com.br/br/autopecas_n/sistema_inj_gas/motronic_flex_fuel.htm)

[www.celulaacombustivel.com.br](http://www.celulaacombustivel.com.br)

[www.cosmo.com.br](http://www.cosmo.com.br); seção “Especial Oriente Médio”, Jornal Cosmo Online

[www.cptec.inpe.br/energia](http://www.cptec.inpe.br/energia)

[www.ecen.com](http://www.ecen.com) Organização Economia e Energia

[www.eere.energy.gov](http://www.eere.energy.gov)

[www.enargas.gov.ar](http://www.enargas.gov.ar)

[www.epa.gov/greenvehicles](http://www.epa.gov/greenvehicles)

[www.energynews.efe.br](http://www.energynews.efe.br) Guia de Mecânica Quatro Rodas Especial, Como funciona seu carro em 105 respostas, Editora Abril, 2003

[www.estadao.com.br](http://www.estadao.com.br); seção “Grandes Acontecimentos Internacionais”; Jornal O Estado de SP

[www.finep.gov.br/premio/folhas\\_inovacao\\_premio\\_2004/sudeste\\_](http://www.finep.gov.br/premio/folhas_inovacao_premio_2004/sudeste_)

[www.fta.dot.gov](http://www.fta.dot.gov) Agência de Trânsito Federal dos EUA (Federal Transit Administration)

[www.fueleconomy.gov/feg/flextech.shtml](http://www.fueleconomy.gov/feg/flextech.shtml)

[www.galpenenergia.com](http://www.galpenenergia.com); seção “papers”, artigo “O cartel sete-irmãs”

[www.gazeta.com.br](http://www.gazeta.com.br); “Preço internacional do petróleo e o Brasil”; 11/04/2002

[www.greenpeace.org.br](http://www.greenpeace.org.br)

[www.hybridcars.com](http://www.hybridcars.com)

[www.iea.org](http://www.iea.org) Internacional Energy Agency

[www.inee.org.br](http://www.inee.org.br) Instituto Nacional de Eficiência Energética

[www.inovacao.unicamp.br/report/news-autobosch.shtml](http://www.inovacao.unicamp.br/report/news-autobosch.shtml)

[inventabrasilnet.t5.com.br](http://inventabrasilnet.t5.com.br)

[www.institutodosol.org.br](http://www.institutodosol.org.br)

[www.ifi.unicamp.br/ceneh/boletim/boletim3/boletim3.htm](http://www.ifi.unicamp.br/ceneh/boletim/boletim3/boletim3.htm)

[www.inovacaotecnologica.com.br](http://www.inovacaotecnologica.com.br)

[www.jnt.com.br](http://www.jnt.com.br)

[www.mecanicaonline.com.br/2005/marco/tecnovidade/fiat\\_flex\\_magnet.htm](http://www.mecanicaonline.com.br/2005/marco/tecnovidade/fiat_flex_magnet.htm)

[www.navc.org](http://www.navc.org) Consórcio de Veículos Avançados do Nordeste (Northeast Advanced Vehicle Consortium)

[www.renault.com.ar/opencms/secvehiculos/automoviles/cliognc](http://www.renault.com.ar/opencms/secvehiculos/automoviles/cliognc)

[www.renewables2004.de/en/cd/default.asp#bp\\_list](http://www.renewables2004.de/en/cd/default.asp#bp_list) José Goldemberg, "The Case for Renewable Energy", Bonn 2004 Global Conference on Renewable Energy

[www.saebrasil.org.br](http://www.saebrasil.org.br)

[www.soaresoliveira.br/projetoenergia.em](http://www.soaresoliveira.br/projetoenergia.em)

[www.socioambiental.org](http://www.socioambiental.org)

[www.udop.com.br/tecnologia/materias/tec\\_23\\_09\\_01.htm](http://www.udop.com.br/tecnologia/materias/tec_23_09_01.htm)

[www.unica.com.br](http://www.unica.com.br)

[www.valoronline.com.br](http://www.valoronline.com.br), "Petrobras descarta crise com fechamento do Iraque"; 09/04/2002

[www.worldwide.fuelcells.org](http://www.worldwide.fuelcells.org)

[www.wri.org](http://www.wri.org)





## Endereços

### **Rio de Janeiro**

Av. República do Chile, 100/1301 – Centro  
20031-917 Rio de Janeiro – RJ  
Tel.: (21) 2172-8888 Fax: (21) 2220-2615

### **São Paulo**

Av. Presidente Juscelino Kubitschek, 510/5º andar  
Vila Nova Conceição  
04543-906 São Paulo – SP  
PABX: (11) 3471-5100 Fax: (11) 3044-9800

### **Brasília**

Setor Bancário Sul – Quadra I – Bloco J/13º andar  
70076-900 Brasília – DF  
Tel.: (61) 3214-5600 Fax: (61) 3225-5510

### **Recife**

Rua Antônio Lumack do Monte, 96/6º andar – Boa Viagem  
51020-350 Recife – PE  
Tel.: (81) 3464-5800 Fax: (81) 3465-7861

**Internet:** [www.bndes.gov.br](http://www.bndes.gov.br)

**E-mail:** [faleconosco@bndes.gov.br](mailto:faleconosco@bndes.gov.br)

*O BNDES não credencia nem indica quaisquer consultores, pessoas físicas ou jurídicas, como intermediários para facilitar, agilizar ou aprovar operações com o próprio Banco ou com as instituições financeiras credenciadas a repassar seus recursos.*